



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 06167708

(43)Date of publication of application: 14.06.1994

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number: 05217701

(71)Applicant:

SHARP CORP

(22)Date of filing: 01.09.1993

(72)Inventor:

NAKAMURA KOZO

MITSUI SEIICHI

KIMURA TADASHI

OKADA MASAKO

(30)Priority

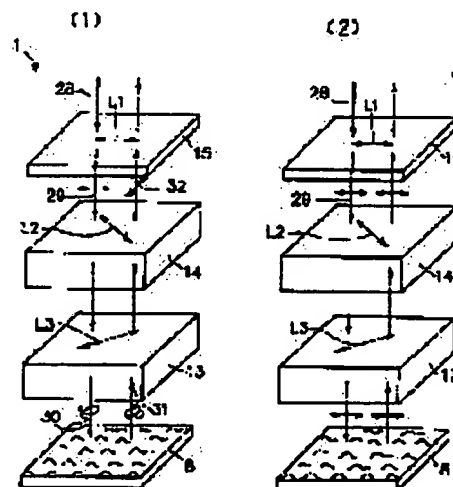
Priority number: 04261310 Priority date: 30.09.1992 Priority country: JP

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate parallax and to provide high fineness, high contrast and high display grade, low dependency of a contrast on visual angles and lowered driving voltage.

CONSTITUTION: The delay phase axis of a substrate 14 having an optical phase compensation function and the direction of the director of the liquid crystal molecules of a liquid crystal display cell are held in a nearly orthogonal state. The value of $\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2$ is changed by the electric field impressed to a liquid crystal layer 13 in such a manner that a light shielding state is attained when the retardation $\Delta n_1 d_1$ of the liquid crystal cell, the retardation $\Delta n_2 d_2$ of the substrate 14 having the optical phase compensation function and the wavelength λ of incident light 28 satisfy $\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2 \approx \lambda/4$ and that a light transmission state is attained when $\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2 \approx \lambda/2$ is satisfied. The display is made by using the two states of the light shielding state and the light transmission state. The absorption axis or transmission axis of the polarizer is set at 30 to 60° with the director directions of the liquid crystal molecules of the liquid crystal cell.



Japanese Laid-Open Patent Publication No. 6-167708/1994

(Tokukaihei 6-167708) (Published on June 14, 1994)

(A) Relevance to claim

The following is a translation of passages related to claims 1 to 16 of the present invention.

(B) Translation of the relevant passages.

[EMBODIMENTS]

[0056] Referring to Figure 5, the following description will discuss operation of the liquid crystal display device 1 of the first embodiment. In Figure 5, the liquid crystal display device 1 is illustrated in an exploded view for convenience in explanation. In a light blocking operation illustrated in Figure 5(1), the retardations $\Delta n_2 d_2$ and $\Delta n_1 d_1$ of the optical compensator plate 14 and the liquid crystal layer 13 are chosen to satisfy Equation 1. Under these conditions, the incident light 28 changes into linearly polarized light 29 parallel to an absorption axis or transmission axis L1 of the polarizer 15 as it passes through the polarizer 15. The linearly polarized light 29 passes through the optical compensator plate 14 and the liquid crystal layer 13 that satisfy

Equation 1, and changes into clockwise circularly polarized light 30, for example. The circularly polarized light 30 is reflected at the reflector plate 8, and changes into anti-clockwise circularly polarized light 31. As passing through the liquid crystal layer 13 and the optical compensator plate 14 having the respective retardations that satisfy Equation 3, the circularly polarized light 31 changes into linearly polarized light 32 having a polarization plane perpendicular to the direction of the incident linearly polarized light 29. The linearly polarized light 32 is blocked by the polarizer plate 15. In other words, the light reflected at the reflector plate 8 is blocked. Meanwhile, if the linearly polarized light 29 changes into clockwise circularly polarized light as it passes through the liquid crystal layer 13, the circularly polarized light is reflected at the reflector plate 8, and changes into anti-clockwise circularly polarized light.

[0057] By contrast, in a light transmission operation illustrated in Figure 5(2), the retardations $\Delta n_2 d_2$ and $\Delta n_1 d_1$ of the optical compensator plate 14 and the liquid crystal layer 13 are chosen to satisfy Equation 2. Under these conditions, the incident light 28 changes into linearly polarized light 29 parallel to the axis L1 as it

passes through the polarizer 15. The linearly polarized light 29 retains its polarization as it passes through the optical compensator plate 14 and the liquid crystal layer 13 that satisfy Equation 2. The linearly polarized light 29 retains its polarization further as it passes through the liquid crystal layer 3, reflected at the reflector plate 8, and passes through the liquid crystal layer 13 and the optical compensator plate 14. Therefore, the reflected light passes through the wave plate 15 and leaves the liquid crystal display device.

[0058] The liquid crystal used in the present embodiment has a refractive index anisotropy, Δn_1 , of 0.1626, and a cell thickness, d , of $5.0\mu\text{m}$. Therefore, the retardation of the liquid crystal layer 13, $\Delta n_1 d_1$, is 813nm.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-167708

(43)公開日 平成6年(1994)6月14日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 0

庁内整理番号

7408-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平5-217701

(22)出願日 平成5年(1993)9月1日

(31)優先権主張番号 特願平4-261310

(32)優先日 平4(1992)9月30日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 中村 浩三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72)発明者 三ッ井 精一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72)発明者 木村 直史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 山本 秀策

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 視差がなく、高精細・高コントラストで表示品位が高く、さらに、コントラストの視角依存性が小さく、駆動電圧が低くなるようにする。

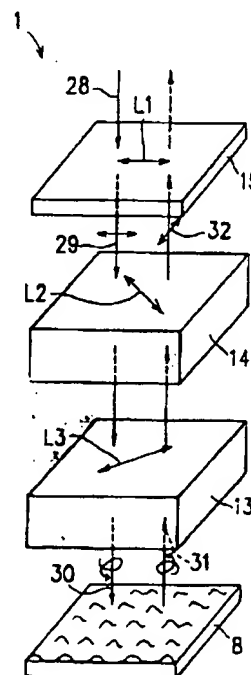
【構成】 光学位相補償機能を有する基板の遅相軸と、液晶セルの液晶分子のダイレクタの方向とが、ほぼ直交状態にされている。液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ と、入射光の波長 λ とが $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1$ ($m = 0, 1, 2$) ... (1)

を満たすときに遮光状態となり、

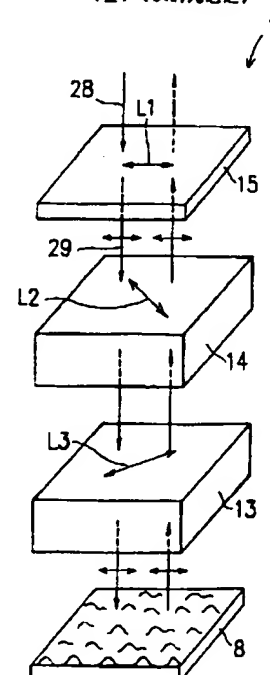
$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m' / 2 \pm 0.1$ ($m' = 0, 1, 2$) ... (2)

を満たすときに光透過状態となるように、液晶層に印加される電界により $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ の値を変化させる。これら遮光状態および光透過状態の2つの状態を用いて表示を行い、液晶セルの液晶分子のダイレクタの方向に対して偏光子の吸収軸あるいは透過軸を $30^\circ \sim 60^\circ$ に設定する。

(1) (反射光遮光)



(2) (反射光透過)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶層を間に挟んで、少なくとも透明電極を形成した絶縁性の透過性基板および、一方の表面になめらかで連続的に変化する凹凸を有し、該表面に光反射機能を有する薄膜が形成された反射板が対向して設けられてなる液晶セルと、該液晶セルの光の入射側に配置された偏光子と、該偏光子と該液晶セルとの間に配置された光学位相補償機能を有する基板とを備えた反射型液晶表

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1 \quad (m = 0, 1, 2) \dots (1)$$

を満たすときに遮光状態となり、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m' / 2 \pm 0.1 \quad (m' = 0, 1, 2) \dots (2)$$

を満たすときに光透過状態となるように、該液晶層に印加される電界により $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ の値を変化させて、該2つの状態を用いて表示を行う反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ が $200 \text{ nm} < \Delta n_1 d_1 < 750 \text{ nm}$ の範囲に設定されている請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記1式を満たすときに遮光状態となり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記2式を満たすときに光透過状態となる場合において、前記光学位相補償機能を有する基板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_s$ と液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_u$ とが、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_s > (\Delta n \lambda)_u$ となり、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_s < (\Delta n \lambda)_u$ となる請求項1または2に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記2式を満たすときに光透過状態となり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記1式を満たすときに遮光状態となる場合において、前記光学位相補償機能を有する基板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_s$ と液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_u$ とが、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_s > (\Delta n \lambda)_u$ となり、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_s < (\Delta n \lambda)_u$ となる請求項1または2に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記光反射機能を有する薄膜が、前記反射板の液晶層側表面に設けられている請求項1、2、3または4に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記光反射機能を有する薄膜が、前記透

示装置において、

該透過性基板に隣接する液晶分子のダイレクタの方向が、該光学位相補償機能を有する基板の遅相軸とほぼ直交するように、かつ、該偏光子の吸収軸または透過軸となす角 θ が $30^\circ \sim 60^\circ$ になるように設定され、該液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と該光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ と入射光の波長 λ とが、

透過性基板上に形成された透明電極に対向する電極として機能する請求項1、2、3、4または5に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記光反射機能を有する薄膜の上に、凹凸を吸収すべく透明な平坦化層が設けられ、該平坦化層の上に、前記透過性基板上に形成された透明電極に対向する電極として機能する透明電極が形成されている請求項1、2、3、4、5または6に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記透過性基板上または透明電極上に、カラーフィルター層が形成されている請求項1、2、3、4、5、6または7に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ワードプロセッサ、ノート型パソコン等のオフィスオートメーション (OA) 機器や、各種映像機器およびゲーム機器等に使用され、直視式のバックライトを用いない構成の反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ワードプロセッサ、ラップトップ型パソコン等のOA機器、あるいはポケットテレビと称される携帯型テレビジョン等の映像機器等への液晶表示装置の応用が急速に伸展している。これら液晶表示装置の中でも、外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置は、光源となるバックライトが不要であるので、低消費電力化、薄型化、軽量化が可能であり、特に注目されている。

【0003】 従来、上記反射型液晶表示装置には、TN (ツイステッドネマティック) 方式およびSTN (スーパーツイステッドネマティック) 方式が用いられている。

【0004】 上記TN方式は、一組の偏光板の間に、一対のガラス基板と、各ガラス基板表面に形成された透明電極と、両ガラス基板間に封入された液晶層とから構成される液晶セルを配置し、この液晶セルの光学的性質、すなわち電圧無印加時の旋光特性と、電圧印加時の旋光解消特性とを利用してモノクロ (白黒) 表示を行うものである。カラー表示を行う場合には、液晶表示装置の背

面にバックライトを搭載し、さらに液晶セル内に例えば赤色、青色、緑色等の各色毎のカラーフィルターを設ける構成を採用する。そして、液晶セルの電圧の無印加時／印加時に対応する液晶セルの光スイッチング特性を利用して、加色混合することによって比較的少色のカラー表示を行うマルチカラー表示、あるいは基本的に任意の色彩表示が可能なフルカラー表示が実現される。

【0005】上記TN方式の反射型液晶表示装置の駆動方式としては、アクティブマトリックス駆動方式や単純マトリックス駆動方式が用いられ、いわゆるポケット液晶テレビ等の表示装置に採用されている。

【0006】一方、ワードプロセッサ等のOA機器用の表示装置として広く使用されている表示方式としては、上記TN方式と類似の液晶表示原理を有し、液晶分子の捩れ角を $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ に設定するSTN方式が挙げられる。

【0007】このSTN方式は、液晶分子の捩れ角を 90° 以上に増大させ、液晶セルの複屈折効果によって生ずる楕円偏光に対する偏光板の透過軸の設定角度を最適化させてある。よって電圧印加に伴う急激な分子配向変形を液晶の複屈折化に反映させることができ、閾値以上で急峻な光学的変化を呈する電気光学特性を実現できる。従って、単純マトリックス駆動方式に適する。

【0008】このSTN方式の短所としては、液晶の複屈折により、表示の背景色として黄緑や濃紺の着色が生じることである。この着色現象を改善するために、表示用STN液晶セルに、光学補償用液晶セルまたはポリカーボネイトなどの高分子で形成される位相差板を重ね合わせた液晶表示装置が提案されている。このことにより、色補償を行い、白黒表示に近い表示を実現することが可能となる。現在、このような着色補償を行う構成の液晶セルが、いわゆるペーパーホワイト型液晶表示装置として用いられている。

【0009】上記TN方式、STN方式の詳細な動作原理は、日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック」1989 P. 329～346に記載されており、周知の技術である。

【0010】上記TN方式あるいはSTN方式の液晶表示装置を反射型液晶表示装置として実現しようとする、表示方式の原理上、液晶セルを一对の偏光子で挟む構造にし、その外側に反射板を配置する必要がある。このため、液晶セルに使用されるガラス基板の厚さにより、使用者がガラス基板を見る角度、即ちガラス基板の法線方向と、使用者が液晶セルを見る方向とのなす角度によって視差が生じ、表示が二重に認識されるという欠点があった。

【0011】また、従来のTN方式、STN方式等、液晶の複屈折を電界で制御し、光シャッター機能を利用して表示を行う液晶表示装置の偏光板を1枚にして、そのまま反射型液晶表示装置に適用した場合、その原理上、コ

ントラストのあるモノクロ表示を実現することはできない。

【0012】よって、偏光板1枚と $1/4$ 波長板とを用いた反射型TN(45° ツイスト型)方式の液晶表示装置が、特開昭55-48733号公報に開示されている。この先行技術においては、 45° ねじれた液晶層を用い、印加される電界を制御することによって入射直線偏光の偏波面を $1/4$ 波長板の光軸に平行な状態と 45° ねじれた状態との2つの状態を実現して白黒表示を行っている。この液晶セルの構成は、入射光側から偏光子、 45° ツイスト液晶セル、 $1/4$ 波長板、反射板となっている。さらに、USP4,701,028(Clercra)には偏光板1枚と $1/4$ 波長板と垂直配向液晶セルとを組み合わせた反射型垂直配向方式の液晶表示装置が開示されている。また、本出願人らは、偏光板1枚と平行配向液晶セルと位相差板とを組み合わせた反射型平行配向方式について出願している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特開昭55-48733号公報に記載された液晶表示装置では、液晶層と反射板との間に $1/4$ 波長板を設ける必要があるため、原理上、液晶セルの内側に反射膜を形成することができない。また、この液晶表示装置の基本原理はTN方式と同じであるため、電気光学特性の急峻性がTNと同じである。従って、コントラストが低く、電気光学特性の急峻性が低いという欠点がある。

【0014】上記USP4,701,028に記載された垂直配向方式の液晶表示装置では、以下のような問題がある。

【0015】①垂直配向、特に傾斜垂直配向は制御が極めて困難であり、このような制御を実現するためには構成が複雑になるので量産に向いていない。

【0016】②垂直配向は配向規制力が弱く、応答速度が遅い。

【0017】③垂直配向を用いた場合、駆動時にダイナミックスキャタリングが発生することがあり信頼性が低い。

【0018】上記反射型平行配向方式では、偏光板、位相差板および液晶分子のダイレクタの設置角度が適性でないと表示特性が悪くなる。また、液晶セルと位相差板との波長分散のために着色が生じる。さらに、反射板をそのまま液晶層側に設置すると、反射板の凹凸のため電気光学特性の急峻性が悪くなる。

【0019】本発明は上記従来の問題点を解決するためになされたものであり、視差がなく、高精細・高コントラストで表示品位が高く、さらに、コントラストの視角依存性が小さく、駆動電圧が低い反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示

装置は、液晶層を間に挟んで、少なくとも透明電極を形成した絶縁性の透過性基板および、一方の表面になめらかで連続的に変化する凹凸を有し、該表面に光反射機能を有する薄膜が形成された反射板が対向配置されてなる液晶セルと、該液晶セルの光の入射側に配置された偏光子と、該偏光子と該液晶セルとの間に配置された光学位相補償機能を有する基板とを備えた反射型液晶表示装置

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1 \quad (m=0, 1, 2) \dots (1)$$

を満たすときに遮光状態となり、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m' / 2 \pm 0.1 \quad (m'=0, 1, 2) \dots (2)$$

を満たすときに光透過状態となるように、該液晶層に印加される電界により $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ の値を変化させて、該2つの状態を用いて表示を行うので、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】この反射型液晶表示装置において、前記液晶層の配向が平行配向となるように前記透過性基板と前記反射基板とが対向配置され、前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ が $200 \text{ nm} < \Delta n_1 d_1 < 750 \text{ nm}$ の範囲に設定されている構成としてもよい。

【0022】また、前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記1式を満たすときに遮光状態となり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記2式を満たすときに光透過状態となる場合において、前記光学位相補償機能を有する基板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_r$ と液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_c$ とが、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_r > (\Delta n \lambda)_c$ となり、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_r < (\Delta n \lambda)_c$ となるように設定してもよい。

【0023】また、前記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記2式を満たすときに光透過状態となり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$) 印加時に $400 \sim 700 \text{ nm}$ の範囲にある波長 λ に対して前記1式を満たすときに遮光状態となる場合において、前記光学位相補償機能を有する基板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_r$ と液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_c$ とが、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_r > (\Delta n \lambda)_c$ となり、該遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の条件を満足するときに $(\Delta n \lambda)_r < (\Delta n \lambda)_c$ となるように設定してもよい。

【0024】また、前記光反射機能を有する薄膜が、前記反射板の液晶層側表面に設けられている構成としても

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \quad (m=0, 1, 2) \dots (4)$$

の成立として表されるので、上記3式の δ の値を上記4式を満足するように設定することにより、入射光が遮光

において、該透過性基板に隣接する液晶分子のダイレクタの方向が、該光学位相補償機能を有する基板の遅相軸とほぼ直交するように、かつ、該偏光子の吸収軸または透過軸となす角 θ が $30^\circ \sim 60^\circ$ になるように設定され、該液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と該光学位相補償機能を有する基板のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ と入射光の波長 λ とが、

よい。又、前記光反射機能を有する薄膜が、前記透過性基板上に形成された透明電極に対向する電極として機能する構成としてもよい。

【0025】更に、前記光反射機能を有する薄膜の上に、凹凸を吸収すべく透明な平坦化層が設けられ、該平坦化層の上に、前記透過性基板上に形成された透明電極に対向する電極として機能する透明電極が形成されている構成としてもよい。

【0026】また、前記透過性基板上または透明電極上に、カラーフィルター層が形成されている構成としてもよい。

【0027】

【作用】以下、本発明の反射型液晶表示装置の表示原理について説明する。

【0028】本発明の反射型液晶表示装置は、液晶層を間に挟んで透過性基板と反射板とが対向配置されて液晶セルが構成され、液晶セルの光の入射側に偏光子が配置され、偏光子と液晶セルとの間に光学位相補償板が配置されている。

【0029】この反射型液晶表示装置への入射光は、偏光子、光学位相補償板および液晶層を通過して反射板に到達し、この反射板で反射した後、再び液晶層、光学位相補償板および偏光子を通過して出射する。この際、偏光子から出射して得られる直線偏光は、光学位相補償板と液晶層13とを通過した後、楕円偏光となる。この時の楕円偏光の位相差 δ は、下記3式のように表される。

【0030】

$$\delta = (2\pi / \lambda) (\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) \dots (3)$$

ここで、 λ は波長、 $\Delta n_1 d_1$ は液晶層のリターデーション、 $\Delta n_2 d_2$ は光学位相補償板のリターデーション、 Δn_1 、 Δn_2 はそれぞれ液晶層、光学位相補償板の光学異方性（複屈折率）、 d_1 、 d_2 はそれぞれ液晶層、光学位相補償板の厚さを示す。

【0031】上記3式の δ の値をいわゆる $1/4$ 波長条件と $3/4$ 波長条件とに設定した時に入射光が遮光される。上記条件は一般には、

【0032】光学位相補償板に入射した偏光子からの直

線偏光は、上記4式を満足させた光学位相補償板および液晶層を通過することにより、例えば右回りの円偏光となり、反射板で反射されて左回りの円偏光となる。一方、液晶層を通過して左回りの円偏光となっている場合には、反射板で反射されて右回りの円偏光となる。

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m' / 2 \quad (m' = 0, 1, 2) \dots (5)$$

の条件を満足した場合には、光学位相補償板に入射した偏光子からの直線偏光は、光学位相補償板および液晶層を通過した後も偏光方向が平行な直線偏光のままである。よって、反射板で反射された後、またはその反射光が再び液晶層および光学位相補償板を通過した後も、偏光方向が平行な直線偏光のままである。従って、出射光は偏光子を通過する。

【0035】これら遮光状態および光透過状態の2つの状態を利用して表示を行うことができる。

【0036】上記遮光状態および光透過状態は、上記4式、5式の条件を満足することに限らず、遮光状態は下記1式を、光透過状態は下記2式を満足する範囲であれば実用的に問題が無い。

$$\begin{aligned} &|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m' / 2 \pm 0.1 \quad (m' = 0, 1, 2) \dots (1) \\ &|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m' / 2 \pm 0.1 \quad (m' = 0, 1, 2) \dots (2) \end{aligned}$$

このような表示原理の液晶表示装置において、光反射板が偏光性を保持しない場合には、上述したような右回りの円偏光から左回りの円偏光への変換、またはこの逆の変換が効率的に行われなくなり、コントラストが低下する。

【0038】偏光性を保持するための反射板としては平坦な鏡面反射板があるが、これは外部の物体がそのまま映るので、表示が見難くなる。これを防ぐためには、本出願人らが反射板作製法としてすでに特許出願しているものを用いることができる。これは、基板に感光性樹脂を塗布してこれをパターン化し、さらに熱処理を行って凸部をなめらかな形状にした後、その上に反射面を形成したものである。この方法によれば、凸部をなめらかに形成できるため、多重反射が少なく、偏光をほぼ保持した明るい反射面とすることができる。このような反射板を用いることで、光の偏光性の保持性と拡散性とを兼ね備えた反射板を得ることができる。

【0039】電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$)印加時に遮光状態、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$)印加時に光透過状態である場合において、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の時 $(\Delta n \lambda)_r > (\Delta n \lambda)_t$ とし、また、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の時 $(\Delta n \lambda)_r < (\Delta n \lambda)_t$ とすることにより広範囲の波長領域で上記4式を満たすことができる。

【0040】電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$)印加時に光透過状態、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$)印加時に遮光状態である場合にも同様に、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の時 $(\Delta n \lambda)_r > (\Delta n \lambda)_t$ とし、また、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の時 $(\Delta n \lambda)_r < (\Delta n \lambda)_t$ とすることによ

【0033】反射板からの反射光は、再び液晶層および光学位相補償板を通過することにより、入射時に偏光子を通過した後の直線偏光とは直交する直線偏光となり、偏光子により遮光される。

【0034】また、

り、より広範囲の波長領域で上記4式を満たすことができる。

【0041】つまり、遮光状態で、リターデーションの小さい方の波長分散を他方の波長分散よりも大きくする。このことにより、遮光状態での液晶セルと光学位相補償機能を有する基板との波長分散が打ち消し合って、高コントラストの良好な表示を得ることができる。

【0042】上記液晶層に含まれる液晶分子のダイレクタの方向は、光学位相補償板の遅相軸とほぼ直交するように、かつ、偏光子の吸収軸または透過軸となす角 ϕ が $30^\circ \sim 60^\circ$ になるように設定されている。液晶表示装置のコントラストは、 ϕ が 45° の時に最大になるが、上記設定であれば実用的に問題がない。上記透過性基板と反射板とを、液晶層が平行配向となるように対向配設した場合には、垂直配向になるようにした場合に比べて、配向制御が容易であり、応答速度が速く、信頼性を高くすることができる。

【0043】上記液晶セルのリターデーション $\Delta n_1 d_1$ は、 $200 \text{ nm} < \Delta n_1 d_1 < 750 \text{ nm}$ とすることにより、コントラストの視角依存性を小さく、駆動電圧を低くすることができる。

【0044】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。図1は本発明の反射型液晶表示装置（以下、液晶表示装置と称する）1の構成を示す断面図であり、図2は液晶表示装置1におけるガラス基板2の平面図である。本実施例の液晶表示装置1は、単純マトリクス方式である。液晶表示装置1は、一対の透明なガラス基板2、3を備え、ガラス基板2上には合成樹脂材料からなる大突起4および小突起5がそれぞれ多数形成されている。大突起4および小突起5の底部直径 D_1 、 D_2 は、それぞれ例えば $5 \mu\text{m}$ と $3 \mu\text{m}$ に設定されている。また、これらの間隔 D_3 は少なくとも $2 \mu\text{m}$ 以上に設定されている。

【0045】上記突起4、5を被覆し、これら突起4、5の間の凹所を埋めて平滑化膜6が形成されている。平滑化膜6の表面は、突起4、5の影響を受けて、滑らかな曲面状に形成される。平滑化膜6上には、アルミニウム、ニッケル、クロム、銀などの金属材料からなる反射金属膜（対向電極）7が形成される。この反射金属膜7は、図2の左右方向に長手の帯状に、複数列にわたって形成される。これらの突起4、5、平滑化膜6および反射金属膜7から反射板8が構成される。上記反射金属膜7上には、配向膜9が形成されている。

【0046】上記ガラス基板2と対向するガラス基板3

の表面には、反射金属膜7の長手方向と直交する方向に長手の帯状であって、ITO (Indium Tin Oxide) 等からなる透明電極10が複数列にわたって形成されている。上記反射金属膜7と透明電極10とからマトリックス電極構造が構成される。透明電極10が形成されたガラス基板3を被覆して配向膜11が形成されている。

【0047】上記相互に対向するガラス基板2、3の周縁部は、シール材12で封止されている。配向膜9、11間の液晶層13には、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶材料、例えば、メルク社製、商品名ZLI2973を使用する。

【0048】上記ガラス基板3の液晶層13と反対側には、ポリカーボネイト製の延伸フィルム（光学異方性 Δn_2 、厚さ d_2 ）からなる光学位相補償板14が設けられている。さらにその上には、例えば単体透過率48%の偏光板15が配置されている。

【0049】上記反射金属膜7および透明電極10には、それぞれ走査回路16およびデータ回路17の一方が接続されている。走査回路16およびデータ回路17は、マイクロプロセッサ等の制御回路18により制御されて、表示内容に対応する表示データに基づいて反射金属膜7および透明電極10を走査しており、電圧発生回路19からの表示電圧V1または非表示電圧V2を印加して表示を実現する構成となっている。図4は、液晶層13、光学位相補償板14および偏光板の光学的構成を示す図である。光学位相補償板14の遅相軸(α)と液晶層13の液晶分子のダイレクタ(β)とは直交しており、液晶層13の液晶分子のダイレクタ(β)と偏光板15の吸収軸あるいは透過軸(γ)とのなす角度 ϕ は、例えば $30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲に設定される。

【0050】次に、上記のような反射型液晶表示装置1の作成方法について、説明する。

【0051】図3(1)～(5)は、反射板の製造工程を示す図である。まず、図3(1)に示すように、ガラス基板2の一方の面に感光性樹脂膜21を形成する。本実施例では、ガラス基板2として厚さ t_1 が1.1mmのもの（例えばコーニング社製、商品名7059）を用いた。また、上記感光性樹脂膜21は、感光性樹脂材料（例えば東京応化社製、商品名OFPR-800）を、500r.p.m.～3000r.p.m.でスピンコートすることにより得ることができる。本実施例では、2500r.p.m.で30秒スピンコートすることにより、厚さ t_2 が1.5 μm の感光性樹脂膜21を形成した。

【0052】次に、感光性樹脂膜21が形成されたガラス基板2を 90°C で30分間焼成し、図3(2)に示すような大小2種類の円形パターンが多数形成されたフォトマスク22を配置して露光する。そして、例えば東京応化社製、商品名NMD-3の2.38%溶液からなる現象液を用いて現象を行い、図3(3)に示すような、

表面に微細な高さの異なる大突起23および小突起24を形成する。このように高さの異なる2種類以上の突起を形成する理由は、突起の頂上と谷とで反射される光の干渉により反射光に着色が生じるのを防ぐためである。

【0053】上記フォトマスク22は、これを用いて形成される大突起4および小突起に対応して、図2に示したような直径D1（例えば5 μm ）、D2（例えば3 μm ）の円がランダムに配置されたもので、その間隔D3は少なくとも2 μm 以上離れた構成のものを用いることができる。尚、フォトマスク22のマスクパターンはこれに限定されるものではなく、所望の大突起および小突起のパターンにより、種々のものを用いることができる。

【0054】続いて、図3(3)に示したような、大突起23および小突起24が形成されたガラス基板2に、 200°C で1時間加熱処理を行って、図3(4)に示すように、上記突起23、24の角を丸くする。さらに、図3(5)に示すように、上記突起23、24が形成されたガラス基板2上に、例えば東京応化社製、商品名OFPR-800を1000r.p.m.～3000r.p.m.でスピンコートすることにより、高分子樹脂膜6を成膜する。本実施例では、2000r.p.m.でスピンコートを行った。これにより、突起23、24の間の部分の凹所が埋められ、なめらかな曲線状の表面を有する高分子樹脂膜（平滑化膜）6を形成することができる。本実施例では、高分子樹脂膜6として上記感光性樹脂材料と同じ種類の樹脂を塗布したが、異なる種類のものでもよい。尚、この場合の平滑化膜6の表面段差は0.7 μm であった。

【0055】さらに、図3(5)に示すように、上記平滑化膜6の上に、アルミニウム、ニッケル、クロム、銲などの金属薄膜を膜厚 t_3 （例えば0.01～1.0 μm 程度）に形成する。本実施例では、アルミニウムをスパッタリングすることにより反射金属膜7を形成した。以上の工程により反射板8が完成する。このようにして形成される反射板8と、透明電極10が形成されたガラス基板3上にポリイミド樹脂膜を形成し、 200°C で1時間焼成する。その後、液晶分子20を配向させるためのラビング処理を行って、配向膜9、11を形成する。上記配向膜9が形成された反射板8と、上記透明電極10および配向膜11が形成されたガラス基板3とを組み合わせる際には、液晶分子20の配向が平行配向となるように対向させる。また、液晶層13の層厚を規制するために、5 μm のスペーサーを散布して貼り合わせを行う。2枚のガラス基板2、3の間には、6 μm のスペーサーを混入した接着性シール剤をスクリーン印刷することによって、液晶封止層（図示せず）を形成する。液晶層13は、上記液晶封止層を形成した後、真空脱気することにより封入される。

【0056】次に、本実施例の液晶表示装置1の動作に

ついて、図5を参照しながら説明する。尚、この図においては、説明の便宜のため液晶表示装置1を分解して示してある。図5(1)に示す遮光動作時には、光学補償板14と液晶層13との各リターデーション $\Delta n_1 d_1$ 、 $\Delta n_2 d_2$ は、上記1式を満足するように選ばれる。このとき、入射光28は偏光板15を通過することにより、偏光板15の吸収軸または透過軸方向L1と平行な直線偏光29となる。直線偏光29は、上記1式を満足する光学補償板14および液晶層13を通過して、例えば右回りの円偏光30となる。この円偏光30は、反射板8で反射されて、左回りの円偏光31となる。この円偏光31は、上記3式を満足するリターデーションをそれぞれ有する液晶層13および光学補償板14を通過すると、上記入射時の直線偏光29の方向と直交する方向の偏光面を有する直線偏光32となる。この直線偏光32は、偏光板15によって遮光される。すなわち、反射板8からの反射光は遮光される。これに対し、液晶層13を通過して右回りの円偏光となる場合には、この円偏光は反射板8で反射されて左回りの円偏光となる。

【0057】一方、図5(2)に示す光透過動作時には、光学補償板14と液晶層13との各リターデーション $\Delta n_1 d_1$ 、 $\Delta n_2 d_2$ は、上記2式を満足するように選ばれる。このとき、入射光28は偏光板15を通過することにより、上記軸方向L1と平行な直線偏光29となる。この直線偏光29は、上記2式を満足するように定められる光学補償板14と液晶層13とを通過しても、通過前と同様な偏光状態を保持する。液晶層13を通過した直線偏光29は、反射板8で反射しても同様な直線偏光状態を保持し、液晶層13および光学補償板14を通過した後でも、同様である。よって、この反射光は偏光板15を通過して出射する。

【0058】本実施例で使用した液晶の屈折率異方性 Δn_1 は0.1626であり、セル厚dは5.0 μm であるから、この液晶層13のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ は813nmとなる。

【0059】上記液晶層13の液晶分子のダイレクタと光学位相補償板14の遅相軸は直交させ、偏光板15の吸収軸あるいは透過軸と液晶分子のダイレクタとのなす角 ϕ は15°、30°、45°、60°、75°とした。波長 λ が550nmの時に $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda = 0.25$ になるように光学位相補償板14のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ を選定し、 $\phi = 15^\circ$ 、30°、45°、60°、75°の場合について電圧-反射率特性を測定したところ、図6のようなグラフが得られた。即ち、 $\phi = 15^\circ$ 、30°、45°における特性は、それぞれ図6の(a)、(b)、(c)と対応する。尚、 $\phi = 60^\circ$ 、75°のときの特性はそれぞれ $\phi = 30^\circ$ の特性(b)、 $\phi = 15^\circ$ の特性(c)とほぼ同じであった。

【0060】電圧を印加した場合、ある角度($\phi = 30^\circ$

°)から入射した光に対するパネル法線方向の反射率は約45%で、最大コントラスト比は $\phi = 45^\circ$ のときで6であった。リファレンスにはMgOの標準白色板を用いた。尚、このグラフで反射率が小さくなるのは、 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda$ の値が ± 0.25 の時であり、反射率が最大の所は $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda$ の値が0の時である。これら2つの状態を用いることにより、モノクロ(白黒)の表示を行うことができる。設置角度については、 $\phi = 45^\circ$ の時に最大のコントラスト比を得ることができ、 $\phi = 45^\circ$ からずれて行くに従ってコントラスト比が低下する。しかし、 $\phi = 30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲では実用的に問題はない。

【0061】本実施例では、上記4式のmおよび5式のm'の値が0の場合について示したが、mおよび/またはm'が1以上の場合においても表示は可能である。しかし、mおよびm'が1以上の場合、光透過状態の反射率が低下し、逆に遮光状態の反射率は上昇することになってコントラスト比が低下するので、 $m = m' = 0$ のときを利用するのが望ましい。また、上記遮光状態および光透過状態は、上記4式、5式の条件を満足することに限らず、遮光状態は上記1式を、光透過状態は上記2式を満足する範囲であれば実用的に問題が無い。

【0062】本実施例の反射型液晶表示装置では、反射板8の反射電極形成面が液晶層側に配置されているので、視差がなく、良好な表示画面が得られる。

【0063】(実施例2)この実施例では、上記実施例1の液晶表示装置において、 $\phi = 45^\circ$ とし、 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda = 0.25$ の遮光状態を用い、光学位相補償板14として液晶セルの波長分散よりも大きい波長分散を持つものを用いた。このことにより、上記4式を400~700nmの範囲にあるほぼ全ての波長で満足させることができる。これは、図7(a)に示すように、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$)印加時に遮光状態であり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$)印加時に光透過状態である場合、光学位相補償板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_r = (\Delta n_{400} - \Delta n_{700}) / \Delta n_{550}$ と、液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_c = (\Delta n_{400} - \Delta n_{700}) / \Delta n_{550}$ とを、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n_2 d_2$ の時(図7

(b)、(c))に $(\Delta n \lambda)_r > (\Delta n \lambda)_c$ を満足するように設定し(図8(b))、また、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 < \Delta n_2 d_2$ の時(図8(a))に $(\Delta n \lambda)_r < (\Delta n \lambda)_c$ を満足するように設定することにより(図8(c))、液晶層と光学位相補償板とのリターデーションが、より広範囲の波長領域で上記4式を満たすことができる(図8(d))ことによる。

【0064】一方、電圧 V_1 ($V_1 \geq 0$)印加時に光透過状態であり、電圧 V_2 ($V_2 > V_1$)印加時に遮光状態である場合には、同様な理由から、上記光学位相補償板の波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_r$ と、液晶セルの波長分散の大きさ $(\Delta n \lambda)_c$ とを、遮光状態で $\Delta n_1 d_1 > \Delta n$

d_i の時に $(\Delta n \lambda)_i > (\Delta n \lambda)_e$ を満足するように設定し、また遮光状態で $\Delta n_i d_i < \Delta n_e d_e$ の時 $(\Delta n \lambda)_i < (\Delta n \lambda)_e$ を満足するように設定することにより、より広範囲の波長領域で上記4式を満たすことができる。

【0065】図9に、このような光学位相補償板を用いた場合の各波長における $|\Delta n_i d_i - \Delta n_e d_e| / \lambda$ の値を測定した結果を示す。この図において、①は本発明の反射型液晶表示装置に用いられる光学位相補償板を用いた場合を示し、②は従来の反射型液晶表示装置に用いられる光学位相補償板を用いた場合を示す。図9から明らかなように、本発明による光学位相補償板を用いた場合には、400~700nmのほぼ全ての波長で上記4式を満足することができる。

【0066】図10に、上記液晶層の波長分散よりも大きい波長分散を持つ光学位相補償板を用いた場合の電圧-反射率特性Aと、液晶層の波長分散よりも小さい波長分散を持つ従来の光学位相補償板を用いた場合の電圧-反射率特性Bを示す。この場合の測定方法は、上記実施例1と同様にして行った。図10から明らかなように、光学位相補償板として液晶層の波長分散よりも大きい波長分散を持つものを用いた場合、遮光状態の条件をより広範囲の波長領域で満足することができる。また、遮光状態の反射率を低下させて、コントラスト比を8とし、視差のない良好な表示特性を示すことができる。

【0067】以上より理解されるように、遮光状態でのリターデーションが小さい方の波長分散を他方の波長分散より大きくすると、遮光状態をより広範囲の波長領域で実現させることができ、表示特性の向上を図ることができる。

【0068】(実施例3) この実施例では、液晶層13に、 $\Delta n 0.0512$ であるメルク社製の液晶材料ZLI-2359を用いた。

【0069】この実施例の反射型液晶表示装置において、実施例1と同様に、液晶層13の液晶分子のダイレクタと光学位相補償板14の遅相軸は直交させ、偏光板15の吸収軸あるいは透過軸と液晶分子のダイレクタとのなす角 ϕ は15°、30°、45°、60°、75°とした。波長 λ が550nmの時に $(\Delta n_i d_i - \Delta n_e d_e) / \lambda = 0.25$ になるように光学位相補償板14のリターデーション $\Delta n_e d_e$ を選定し、 $\phi = 15^\circ$ 、30°、45°、60°、75°の場合について電圧-反射率特性を測定したところ、実施例1と同様な結果が得られた。電圧を印加した場合、ある角度($\phi = 30^\circ$)から入射した光に対するパネル法線方向の反射率は約45%で、最大コントラスト比は $\phi = 45^\circ$ のときで6であった。反射率が小さくなるのは、 $(\Delta n_i d_i - \Delta n_e d_e) / \lambda$ の値が ± 0.25 の時であり、反射率が最大の所は $(\Delta n_i d_i - \Delta n_e d_e) / \lambda$ の値が0の時である。これら2つの状態を用いることにより、モノクロ

(白黒)の表示を行うことができる。設置角度については、 $\phi = 45^\circ$ の時に最大のコントラスト比を得ることができ、 $\phi = 45^\circ$ からずれて行くに従ってコントラスト比が低下する。しかし、 $\phi = 30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲では実用的に問題はない。

【0070】上記液晶層13のセル厚 d を変化させることにより液晶層13のリターデーション $\Delta n_i d_i$ を150、200、250、500、750とし、各々の場合について電圧-反射率特性を測定した結果を図11に示す。この図11から理解されるように、液晶層13のリターデーションの値が200nm以下の時には、液晶表示装置のコントラストの視角依存性が大きくなるので、良好な表示が得られない。また、液晶層13のリターデーションの値が750nm以上の時には、液晶表示装置の駆動電圧が大きくなる。従って、液晶層13のリターデーション $\Delta n_i d_i$ を、 $200\text{nm} < \Delta n_i d_i < 750\text{nm}$ の範囲である時に、コントラストの視角依存性が小さく、駆動電圧が低い反射型液晶表示装置が得られる。

【0071】この実施例において、液晶層13に、 $\Delta n 0.1297$ であるメルク社製の液晶材料ZLI-1565を用い、上記と同様に液晶層13のセル厚 d を変化させることにより液晶層13のリターデーション $\Delta n_i d_i$ を変化させたところ、上記ZLI-2359を用いた時と同様な結果が得られた。

【0072】本実施例では、上記4式の m および5式の m' の値が0の場合について示したが、 m および/または m' が1以上の場合においても表示は可能である。しかし、 m および/または m' が1以上の場合、光透過状態の反射率が低下し、逆に遮光状態の反射率は上昇することになってコントラスト比が低下するので、 $m = m' = 0$ のときを利用するのが望ましい。

【0073】(実施例4) この実施例では、上記実施例3の液晶表示装置において、 $\phi = 45^\circ$ とし、 $(\Delta n_i d_i - \Delta n_e d_e) / \lambda = 0.25$ の遮光状態を用い、光学位相補償板14として液晶セルの波長分散よりも大きい波長分散を持つものを用いた。実施例2と同様に、遮光状態でのリターデーションが小さい方の波長分散を他方の波長分散より大きくすることにより、図9に示すような $\Delta n d / \lambda$ 特性が得られ、上記4式を400~700nmの範囲にあるほぼ全ての波長で満足させることができる。また、光学位相補償板14が液晶セルの波長分散よりも大きい波長分散を用いることにより、実施例2と同様に、電圧-反射率特性は図10に示すようなものとなり、遮光状態の条件をより広範囲の波長領域で満足することができる。また、遮光状態の反射率を低下させて、コントラスト比を大きくし、視差のない良好な表示特性を示すことができる。

【0074】本発明および以上説明した実施例に限定されるものではなく、広く反射型の光制御装置に応用が可能である。

【0075】上記実施例1～4では、光学位相補償板としてポリカーボネイト性の延伸フィルムを用いたが、これに限定されるものではなく、PVA（ポリビニルアルコール）、PMMA（ポリメチルメタクリレート）等の延伸フィルムを使用してもよい。また、一対のガラス基板の表面に配向膜をそれぞれ形成し、各配向膜間に液晶層を封入して平行配向させた液晶セルを光学位相補償板として使用してもよい。

【0076】また、本発明者らは、アクティブマトリックス駆動方式の液晶表示装置の場合には、上記反射電極を薄膜トランジスタやMIM等の非線形素子に接続される各絵素電極として用いることができることも確認している。

【0077】電気光学特性の急峻性を増すためには、上記液晶層13のリターデーションを場所によらず一定にする方がよいが、厳密には反射板8に段差が存在すると、段差の上と下でセル厚が異なる。その結果、リターデーション値も異なる。これを解消するために、反射板8の上にアクリル樹脂からなる平坦化層を設け、さらにその上にITO透明電極を形成して絵素電極とすると、段差を0.1 μ m程度にすることができる。このようにすると、電気光学特性の急峻性を格段に向上させることができることを確認した。上記平坦化層としては、無機材料、有機材料を問わず、平坦化能力のある透明な樹脂膜であればよい。これにより、走査線100本以上の単純マルチプレックス駆動が可能となる。

【0078】さらに、上記実施例1～4では、基板2、3としてガラス基板を用いたが、シリコン基板のような不透明基板を用いた場合でも同様な効果を得ることができる。このようなシリコン基板を上記ガラス基板2として用いた場合には、上記走査回路16、データ回路17、制御回路18および電圧発生回路19などの回路素子を、シリコン基板上に集積化して形成できる。

【0079】液晶層13としては平行配向のものを用いたが、これに限定されるものではなく、電界によりリターデーションを制御できるものであれば、どのような配向の液晶層でも適用可能である。また、光学位相補償板14として用いられる液晶セルについても、リターデーションを最適に設定できる液晶層であれば、いずれも適用可能である。

【0080】また、ガラス基板3上または透明電極10上にカラーフィルター層を形成することにより、マルチカラー、フルカラー表示の液晶表示装置することも可能である。

【0081】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、反射板の反射膜形成面を液晶層側に設置する

ことができる。また、 $\phi=30^{\circ}\sim60^{\circ}$ とすることにより効率よく遮光を行うことができる。遮光状態において、液晶層と光学位相補償板の波長分散を調節することにより、従来の光学位相補償板に比べて、格段に広い範囲の波長領域で遮光状態の条件を満たすことができる。よって、視差のない、高コントラストの高精細で表示品位の高い反射型液晶表示装置を実現することができる。さらに、液晶層のリターデーション値を調節することにより、コントラストの視角依存性が小さく、駆動電圧が低い反射型液晶表示装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である反射型液晶表示装置1の断面図である。

【図2】本発明に係る反射板8のフォトマスクパターンを示す図である。

【図3】本発明に係る反射板8の製造工程を示す図である。

【図4】本発明の反射型液晶表示装置の光学的特性を説明するための図である。

【図5】本発明の反射型液晶表示装置の表示動作原理を説明するための図である。

【図6】実施例1の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存特性を示す図である。

【図7】実施例2の反射型液晶表示装置の動作原理を説明するための図である。

【図8】実施例2の反射型液晶表示装置の動作原理を説明するための図である。

【図9】本発明に係る光学位相補償板を用いた場合と、従来の光学位相補償板を用いた場合の $\Delta n d/\lambda$ の特性を示す図である。

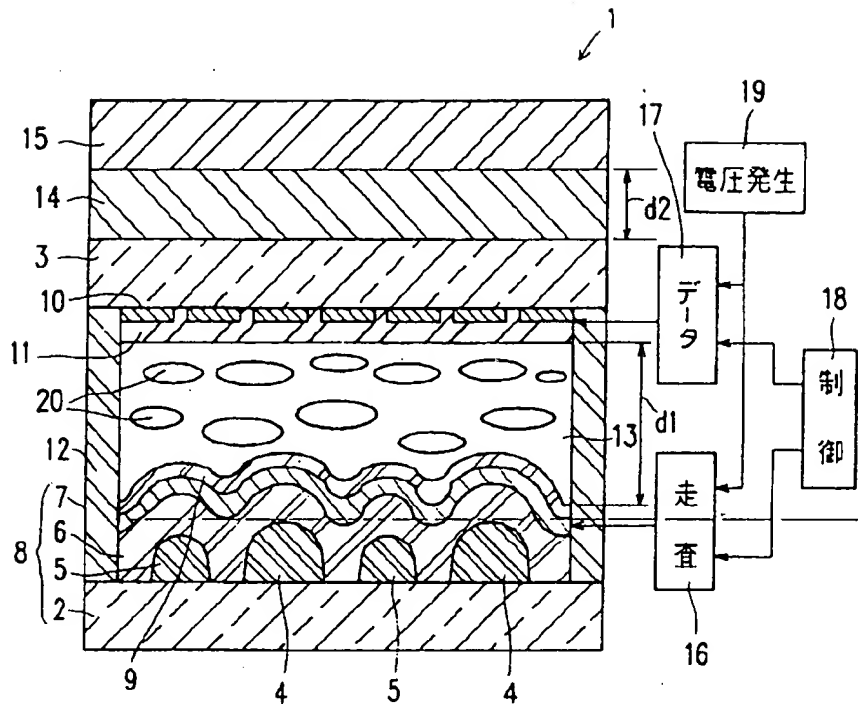
【図10】実施例2の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存特性を示す図である。

【図11】実施例3の反射型液晶表示装置の反射率の電圧依存特性を示す図である。

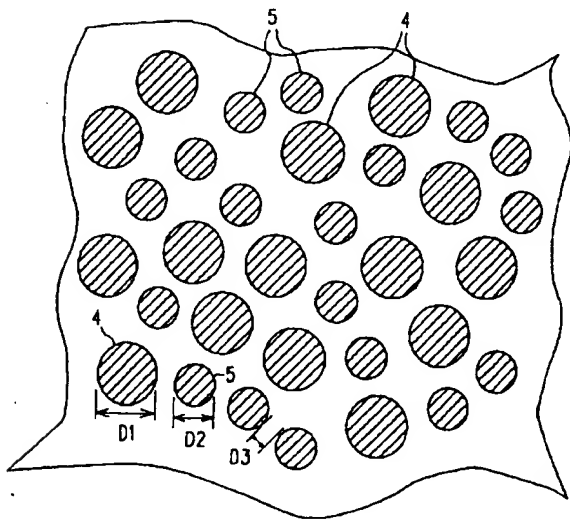
【符号の説明】

- 1 液晶表示装置
- 2、3 ガラス基板
- 4、5 突起
- 6 平滑化膜
- 7 反射金属膜
- 8 反射板
- 9、11 配向膜
- 10 透明電極
- 12 シール材
- 13 液晶層
- 14 光学位相補償板
- 15 偏光板

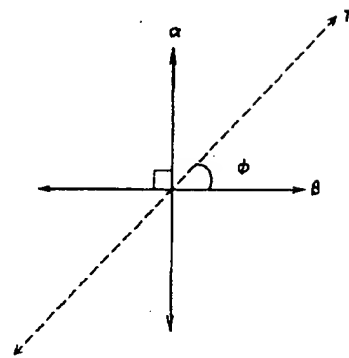
【図1】



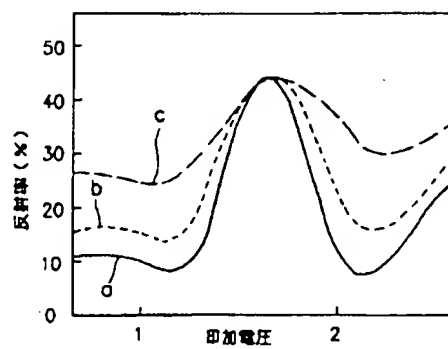
【図2】



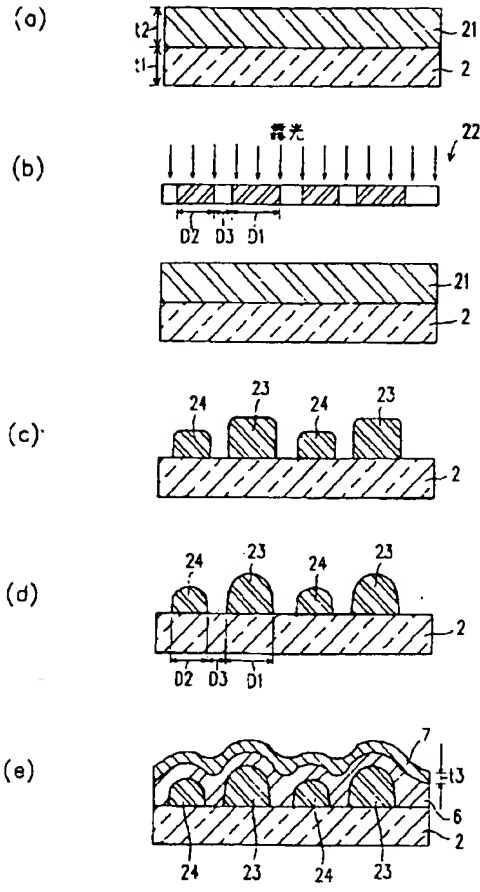
【図4】



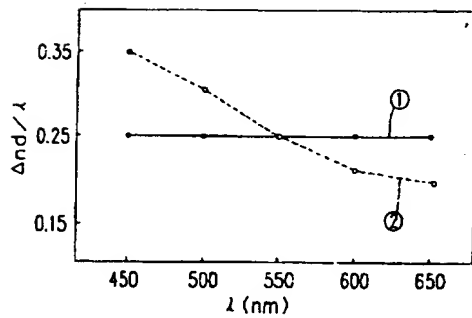
【図6】



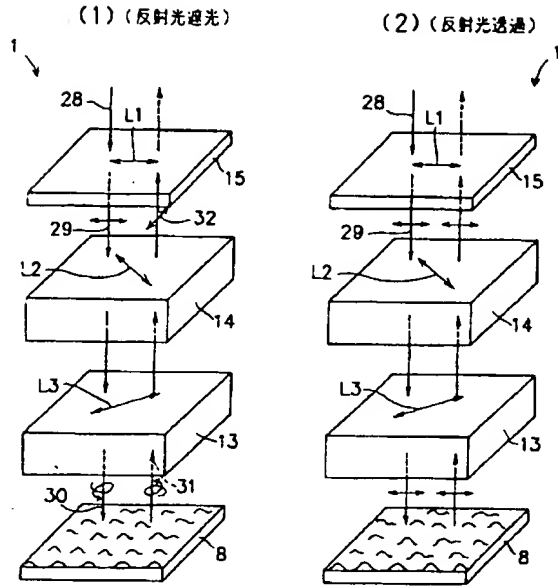
【図3】



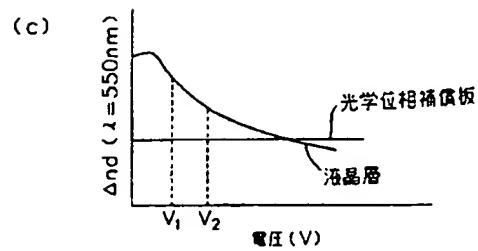
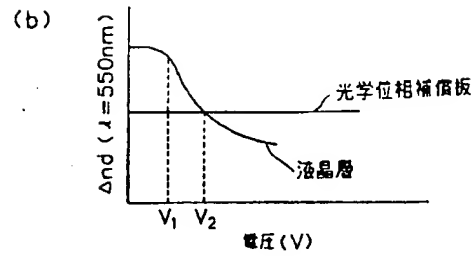
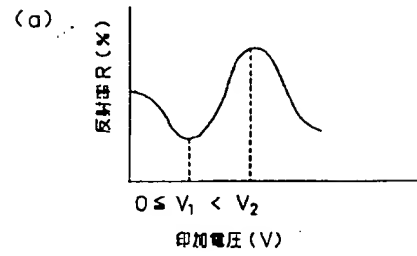
【図9】



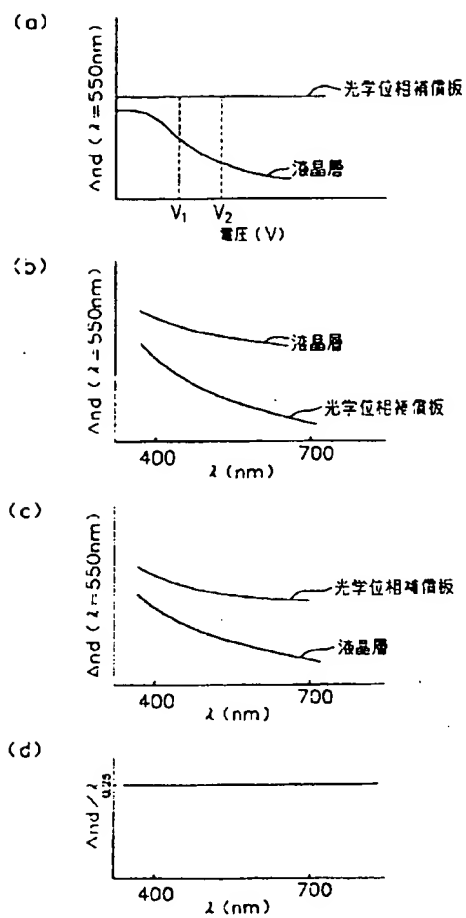
【図5】



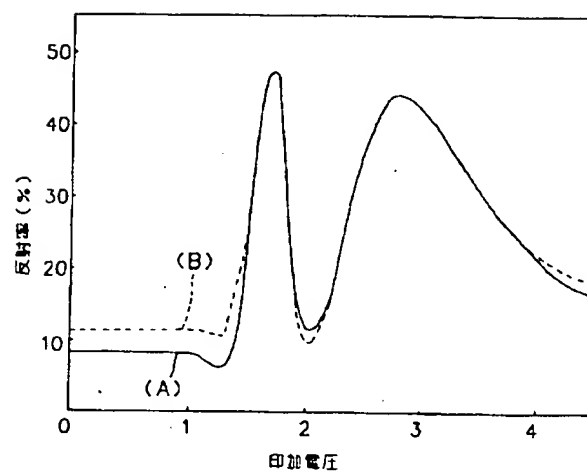
【図7】



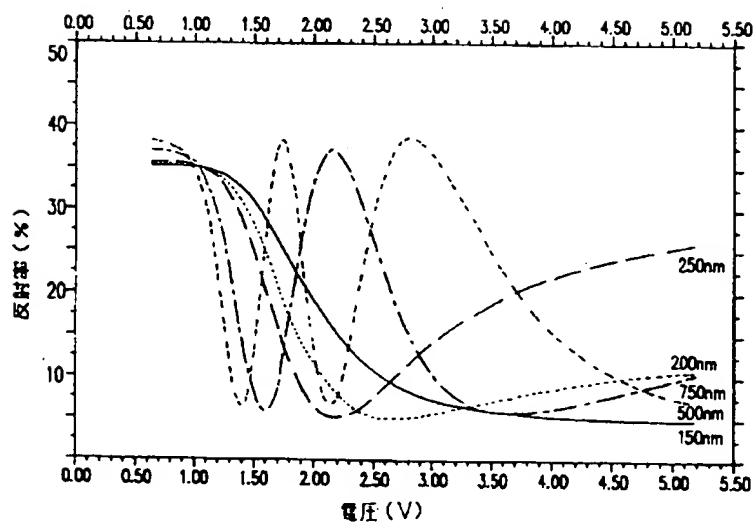
【图8】



【图10】



【图11】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 正子

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内